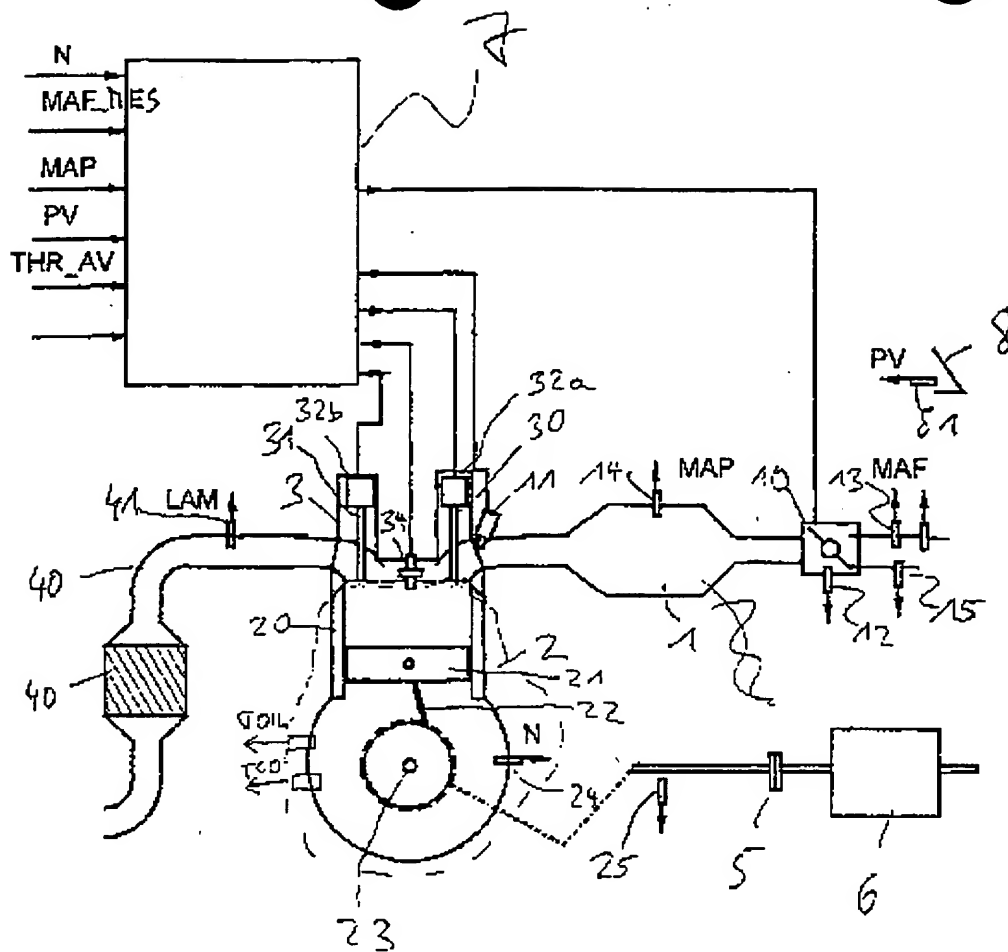


AN: PAT 1999-122255  
TI: Method of controlling internal combustion engine involves measuring torque on engine drive shaft, estimating actual torque according to engine operating parameters, computing demand correction value depending on estimated and measured values  
PN: **DE19733106-A1**  
PD: 04.02.1999  
AB: The method involves measuring the torque on an engine drive shaft, estimating the current torque according to engine operating parameters, computing a correction value depending on the estimated and measured values and deriving a demand value for the torque set by varying the air input flow depending on the measured pedal position and at least one other parameter. The demand value is corrected using the correction value and a control signal for an engine control element is generated depending on the corrected torque demand value.; Method is accurate and simultaneously has good step response to torque steps over entire operating life of engine.  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: FROEHLICH J; TREINIES S; ZHANG H;  
FA: **DE19733106-A1** 04.02.1999; DE59807478-G 17.04.2003; WO9906686-A1 11.02.1999; EP1000235-A1 17.05.2000; US6237563-B1 29.05.2001; KR2001022380-A 15.03.2001; EP1000235-B1 12.03.2003;  
CO: AT; BE; BR; CH; CY; CZ; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; KR; LU; MC; MX; NL; PT; SE; US; WO;  
DN: BR; CZ; KR; MX; US;  
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE;  
IC: F02D-009/02; F02D-011/10; F02D-041/00; F02D-041/02; F02D-041/14;  
MC: X22-A03D;  
DC: Q52; X22;  
FN: 1999122255.gif  
PR: DE1033106 31.07.1997;  
FP: 04.02.1999  
UP: 30.04.2003

**This Page Blank (uspto)**



**This Page Blank (uspto)**

2007P 22649



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 33 106 A 1**

⑤1 Int. Cl. 6:  
**F 02 D 41/02**  
F 02 D 9/02

②1 Aktenzeichen: 197 33 106.8  
②2 Anmeldetag: 31. 7. 97  
④3 Offenlegungstag: 4. 2. 99

DE 197 33 106 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Fröhlich, Johann, 84030 Landshut, DE; Zhang,  
Hong, Dr., 93057 Regensburg, DE; Treinies, Stefan,  
93055 Regensburg, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE 43 15 885 C1  
DE 1 96 48 159 A1  
DE 42 32 974 A1

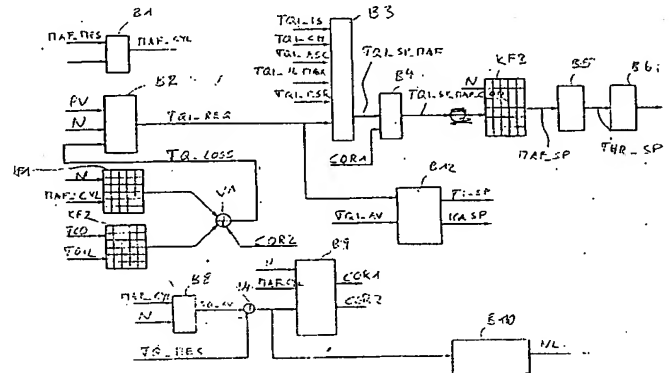
(3)

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine

⑤7 Ein Meßwert (TQ\_MES) eines tatsächlichen Drehmoments wird ermittelt. Ein Schätzwert (TQ\_AV) des tatsächlichen Drehmoments wird abhängig von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine ermittelt. Ein Korrekturwert (COR) wird abhängig von dem Schätzwert (TQ\_AV) und dem Meßwert (TQ\_MES) des tatsächlichen Drehmoments berechnet. Ein Sollwert (TQI\_SP\_MAF) des über den Luftmassenstrom einzustellenden Drehmoments wird abhängig von einer Pedalstellung (PV), die von einem Pedalstellungsgeber (51) ermittelt wird, und von mindestens einer weiteren Betriebsgröße berechnet und abhängig von dem Korrekturwert (COR) korrigiert.



DE 197 33 106 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine. Bei einem bekannten Verfahren (DE 42 32 974 A1) wird ein Schätzwert eines Zündwinkel-normierten tatsächlichen Drehmoments ermittelt. Ein Sollwert eines über den Luftmassenstrom zustellenden Drehmoments wird in einer Einrichtung zur Drehmomentvorgabe ermittelt. Der Sollwert des Drehmoments wird abhängig von einer Abweichung des Sollwertes von dem normierten Schätzwert des Drehmoments korrigiert. Diesen korrigierten Sollwert des Drehmoments wird abhängig von der Drehzahl einem Sollwert des Luftmassenstroms zugeordnet, der dann über einen entsprechenden Öffnungsgrad einer Drosselklappe eingestellt wird. Ein Verstellen eines Zündwinkels erfolgt abhängig von der Abweichung des Sollwertes von dem normierten Schätzwert des Drehmoments.

Erfolgt die Ermittlung des Sollwertes des Drehmoments zusätzlich unter Berücksichtigung verschiedener Drehmomentanforderungen, beispielsweise von einem Antischlupfregler, eines Drehmomentvorhalts zum Aufheizen eines Katalysators oder einer Drehmomentanforderung eines Motorschleppmoment-Reglers, so ergeben sich auch im stationären Betrieb der Brennkraftmaschine Abweichungen zwischen dem normierten Schätzwert des Drehmoments und dem Sollwert des Drehmoments. Der dem korrigierten Sollwert des Drehmoments zugeordnete Luftmassenstrom in einem Zylinder der Brennkraftmaschine läßt sich erst nach einer großen Verzögerungszeit einstellen. Daher führt die Korrektur des Drehmoments abhängig von dem Sollwert und dem Schätzwert des Drehmoments zu starken Schwankungen des Luftmassenstroms und damit zu der Notwendigkeit, daß der Zündwinkel verstellt werden muß. Dies hat zur Folge, daß der Fahrkomfort verringert wird und die Emissionen erhöht werden.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine anzugeben, das genau ist und gleichzeitig ein gutes Sprungverhalten auf Drehmomentsprünge über die gesamte Betriebsdauer der Brennkraftmaschine aufweist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinrichtung,

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Steuereinrichtung,

Fig. 3 ein detailliertes Blockschaltbild eines Blocks B2, in dem ein Schätzwert eines tatsächlichen Drehmoments ermittelt wird.

Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Eine Brennkraftmaschine (Fig. 1) umfaßt einen Ansaugtrakt 1 mit einer Drosselklappe 10 und einen Motorblock 2, der einen Zylinder 20 und eine Kurbelwelle 23 aufweist. Ein Kolben 21 und eine Pleuelstange 22 sind dem Zylinder 20 zugeordnet. Die Pleuelstange 22 ist mit dem Kolben 21 und der Kurbelwelle 23 verbunden.

Ein Zylinderkopf 3 ist vorgesehen, in dem ein Ventiltrieb angeordnet ist mit mindestens einem Einlaßventil 30, einem Auslaßventil 31 und jeweils einem dem Einlaßventil 30 zugeordneten Ventilantrieb 32a und einem dem Auslaßventil 31 zugeordneten Ventilantrieb 32b. Die Ventilantriebe 32a, 32b umfassen jeweils eine nicht dargestellte Nockenwelle mit einer Übertragungseinrichtung, die den Nockenhub auf das Einlaßventil 30 bzw. das Auslaßventil 31 überträgt. Es

können auch Einrichtungen zum Verstellen der Ventilhubzeiten und des Ventilhubverlaufs vorgesehen sein. Alternativ kann auch ein elektromagnetischer Aktor vorgesehen sein, der dem Ventilhubverlauf des Ein- bzw. Auslaßventils 30, 31 steuert.

In dem Ansaugtrakt 1 ist ein Einspritzventil 11 eingebracht, das so angeordnet ist, daß der Kraftstoff in den Ansaugtrakt 1 zugemessen wird. Das Einspritzventil 11 kann alternativ jedoch auch in dem Zylinderkopf 3 eingebracht sein und dort so angeordnet sein, daß der Kraftstoff direkt in den Innenraum des Zylinders 20 zugemessen wird.

Eine Zündkerze 34 ist in eine Ausnehmung des Zylinderkopfes 3 eingebracht. Die Brennkraftmaschine ist in der Fig. 1 mit einem Zylinder dargestellt. Sie kann jedoch auch mehrere Zylinder umfassen.

Ein Abgastrakt 4 mit einem Katalysator 40 ist der Brennkraftmaschine zugeordnet. Die Kurbelwelle 23 ist über eine Kupplung 5 mit einem Getriebe 6 koppelbar. Wenn das Getriebe 6 als Automatikgetriebe ausgebildet ist, dann ist die Kupplung 8 als Wandlerüberbrückungskupplung vorzugsweise mit einem hydrodynamischen Wandler ausgebildet.

Eine Steuereinrichtung 7 für die Brennkraftmaschine ist vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene Meßgrößen erfassen und jeweils den Meßwert der Meßgröße ermitteln. Die Steuereinrichtung 7 ermittelt abhängig von mindestens einer Betriebsgröße ein oder mehrere Stell-signale, die je ein Stellgerät steuern.

Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber 81, der eine Pedalstellung PV des Fahrpedals 8 erfaßt, ein Drosselklappenstellungsgeber 12, der einen Öffnungsgrad der Drosselklappe erfaßt, einen Luftmassenmesser 13, der einen Luftmassenstrom erfaßt und/oder ein Saugrohrdrucksensor 14, der einen Saugrohrdruck in dem Ansaugtrakt 1 erfaßt, ein erster Temperatursensor 15, der eine Ansauglufttemperatur erfaßt, ein Drehzahlgeber 24, der eine Drehzahl N der Kurbelwelle 23 erfaßt, ein Drehmomentsensor 25, der das tatsächliche Drehmoment erfaßt, das von der Kurbelwelle 23 abgegeben wird, und ein zweiter und dritter Temperatursensor 26, 27, die eine Öltemperatur TOIL bzw. eine Kühlwassertemperatur TCO erfassen. Die Steuereinrichtung 7 kann eine beliebige Untermenge der genannten Sensoren aufweisen oder es können ihr auch zusätzliche Sensoren zugeordnet sein.

Betriebsgrößen umfassen Meßgrößen sowie von diesen abgeleitete Größen, die über einem Kennfeldzusammenhang von einem Beobachter ermittelt werden, der Schätzwerte der Betriebsgrößen berechnet.

Die Stellgeräte umfassen jeweils einen Stellantrieb und ein Stellglied. Der Stellantrieb ist ein elektromotorischer Antrieb, ein elektromagnetischer Antrieb, ein mechanischer oder ein weiterer dem Fachmann bekannter Antrieb. Die Stellglieder sind als Drosselklappe 10, als Einspritzventil 11, als Zündkerze 34 oder als eine Verstelleinrichtung zum Verstellen des Ventilhubes der Ein- oder Auslaßventile 30, 31 ausgebildet. Auf die Stellgeräte wird im folgenden mit dem jeweils zugeordneten Stellglied bezug genommen.

Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise als elektronische Motorsteuerung ausgebildet. Sie kann jedoch auch mehrere Steuergeräte umfassen, die elektrische leitend miteinander verbunden sind, so z. B. über ein Bussystem.

Im folgenden wird die Funktion des erfindungsrelevanten Teils der Steuereinrichtung 7 anhand der Blockschaltbilder von Fig. 2 und 3 beschrieben. In einem Block B1 (Fig. 2) wird ein Schätzwert  $\dot{M}_{AF}^{CYL}$  des Luftmassenstroms in den Zylinder 20 mit einem Füllungsmodell des Ansaugtraktes 1 abhängig von dem Meßwert  $\dot{M}_{AF}^{MES}$  des Luftmassenstroms und weiteren Betriebsgrößen berechnet. Ein derartiges Modell ist in der WO 96/32579 offenbart, deren In-

halt hiermit diesbezüglich einbezogen ist.

Ein Kennfeld KF1 ist vorgesehen, aus dem ein erster Beitrag zu einem Verlustdrehmoment  $TQ\_LOSS$  abhängig von der Drehzahl  $N$ , dem Schätzwert  $MAF\_CYL$  des Luftmassenstroms in den Zylinder 20 und vorzugsweise einem Schätzwert eines Abgasmassenstroms in den Zylinder 20 ermittelt wird. Der erste Beitrag zu dem Verlustdrehmoment  $TQ\_LOSS$  berücksichtigt Pumpverluste in der Brennkraftmaschine und Verluste, die durch Reibung bei vorgegebenen Referenzwerten der Kühlwassertemperatur  $TCO$  und der Öltemperatur  $TOIL$  auftreten. Ein zweiter Beitrag zu dem Verlustdrehmoment wird aus einem Kennfeld KF2 abhängig von der Öltemperatur  $TOIL$  und/oder der Kühlwassertemperatur  $TCO$  ermittelt. In einem Verknüpfungspunkt A1 werden dann die Beiträge zum Verlustdrehmoment addiert und mit einem Korrekturwert  $COR2$  multipliziert oder zu dem Korrekturwert  $COR2$  addiert. Der Korrekturwert  $COR2$  wird in einem Block B9 ermittelt, der weiter unten beschrieben ist.

In einem Block B2 wird ein minimal und maximal zur Verfügung stellbares Drehmoment abhängig von dem Verlustdrehmoment  $TQ\_LOSS$  und der Drehzahl  $N$  ermittelt. Aus der Pedalstellung  $PV$  und der Drehzahl  $N$  wird ermittelt, welcher Anteil des zur Verfügung stehenden Drehmoments von dem Fahrer angefordert wird. Aus dem angeforderten Anteil des Drehmoments und dem zur Verfügung stellbaren Drehmoment wird dann ein gewünschtes Drehmoment  $TQI\_REQ$  ermittelt. Dabei ist vorzugsweise auch eine Filterung des gewünschten Drehmoments  $TQI\_REQ$  vorgesehen um sicherzustellen, daß keine Lastsprünge auftreten können, die zu einem unangenehmen Ruckeln des Fahrzeugs führen.

In einem Block B3 wird ein Sollwert  $TQI\_SP\_MAF$  des über den Luftmassenstrom einzustellenden Drehmoments ermittelt. Dabei werden neben dem gewünschten Drehmoment  $TQI\_REQ$  auch weitere Drehmomentanforderungen berücksichtigt. Diese Drehmomentanforderungen sind beispielsweise ein von einem Leerlaufregler angefordertes Drehmoment  $TQI\_IS$ , ein zum Aufheizen eines Katalysators angefordertes Drehmoment  $TQI\_CH$ , eine Drehmomentanforderung einer Anti-Schlupfregelung  $TQI\_ASC$ , eine Drehmomentanforderung  $TQI\_N\_MAX$  einer Drehzahlbegrenzung oder die Drehmomentanforderung  $TQI\_MSR$  einer Motorschleppmomentregelung. Der Sollwert  $TQI\_SP\_MAF$  des Drehmoments kann somit größer oder auch kleiner als das gewünschte Drehmoment  $TQI\_REQ$  sein.

Der Sollwert  $TQI\_SP\_MAF$  des Drehmoments wird in einem Block B4 mit einem Korrekturwert  $COR1$  korrigiert, der in dem Block B9 ermittelt wird. Die Korrektur erfolgt in dem Block B4 entweder durch eine Multiplikation des Sollwertes  $TQI\_SP\_MAF$  des Drehmoments mit dem Korrekturwert  $COR1$  und/oder einer Addition des Korrekturwertes  $COR1$ .

Über ein Kennfeld KF3 wird dem korrigierten Sollwert  $TQI\_SP\_MAF\_COR$  des Drehmoments abhängig von der Drehzahl  $N$  ein Sollwert  $MAF\_SP$  des Luftmassenstroms zugeordnet. Die Werte des Kennfelds KF3 sind an einem Motorprüfstand bei einer Luftzahl  $LAM\_REF$  und einem Referenzzündwinkel  $IGA\_REF$  ermittelt, bei denen das Drehmoment im jeweiligen Betriebspunkt maximal ist, oder durch eine Simulationsrechnung ermittelt.

In einem Block B5 wird ein Sollwert  $THR\_SP$  des Öffnungsgrades der Drosselklappe abhängig von dem Sollwert  $MAF\_SP$  des Luftmassenstroms ermittelt. In einem Block B6 wird ein Stellsignal zum Ansteuern der Drosselklappe ermittelt, vorzugsweise von einem Lageregler der Drosselklappe.

In einem Block B12 wird ein Sollwert  $TI\_SP$  der Einspritzzeit und ein Sollwert  $IGA\_SP$  des Zündwinkels abgeleitet von dem gewünschten Drehmoment  $TQI\_REQ$ , einem tatsächlichen Drehmoment  $TQI\_AV$  und vorzugsweise dem Schätzwert  $TQI\_MAF\_CYL$  des Luftmassenstroms in den Zylinder 20. Zusätzlich erfolgt in dem Block B12 eine Berücksichtigung weiterer Drehmomentanforderungen, die sehr schnell in ein tatsächliches Drehmoment umgesetzt werden müssen, so zum Beispiel die Drehmomentanforderung des Anti-Schlupf Reglers. Hierbei kann eine sehr schnelle Veränderung des tatsächlichen Drehmoments erfolgen, insbesondere dann, wenn über den Sollwert  $TQI\_SP\_MAF$  des über den Luftmassenstrom einzustellenden Drehmoments ein entsprechender Füllungsverhalt in dem Zylinder 20 eingestellt worden ist, da sich eine Änderung der Einspritzzeit oder des Zündwinkels unmittelbar auf das Drehmoment auswirken.

In einem Block B8 wird der Schätzwert  $TQ\_AV$  des tatsächlichen Drehmoments ermittelt. Ein Kennfeld KF4 (Fig. 3) ist vorgesehen, in dem Referenzwerte  $TQI\_REF$  des Drehmoments abhängig von dem Schätzwert  $MAF\_CYL$  und der Drehzahl  $N$  gespeichert sind. Das Kennfeld KF4 ist ebenso wie das Kennfeld KF3 an einen Motorprüfstand bei dem jeweiligen Referenzzündwinkels  $IGA\_REF$  und der jeweiligen Referenzluftzahl  $LAM\_REF$  ermittelt oder durch eine Simulationsrechnung ermittelt. Das Referenzdrehmoment  $TQI\_REF$  ist demnach jeweils das maximale Drehmoment, das bei der entsprechenden Drehzahl und dem entsprechenden Luftmassenstrom in den Zylinder theoretisch realisiert werden kann.

In einem Block B80 erfolgt eine Korrektur des Referenzwertes  $TQI\_REF$  des Drehmoments mit dem Korrekturwert  $COR1$ . Die Korrektur erfolgt dabei jeweils mit der zu Block B4 jeweils inversen mathematischen Operation. Wird beispielsweise in Block B4 der Sollwert  $TQI\_SP\_MAF$  des Drehmoments mit dem Korrekturwert  $COR1$  multipliziert, so wird in dem Block B80 der Referenzwert  $TQI\_REF$  des Drehmoments durch den Korrekturwert  $COR1$  dividiert. Die Ausgangsgröße des Blocks B80 ist ein korrigierter Referenzwert  $TQI\_REF\_COR$  des Drehmoments.

In einem Block B81 wird der Referenzzündwinkel  $IGA\_REF$  abhängig von der Drehzahl  $N$  und dem Schätzwert  $MAF\_CYL$  des Luftmassenstroms in den Zylinder und vorzugsweise auch abhängig von der Kühlwassertemperatur  $TCO$  ermittelt.

In einem Verknüpfungspunkt V2 wird die Differenz des Sollwertes  $IGA\_SP$  und des Referenzwertes  $IGA\_REF$  des Zündwinkels berechnet. In einem Block B82 wird dann ein Zündwinkel-Wirkungsgrad  $EFF\_IGA$  abhängig von der im Verknüpfungspunkt V2 gebildeten Differenz ermittelt.

In einem Block B83 wird ein Referenzwert  $LAM\_REF$  der Luftzahl abhängig von der Drehzahl und dem Schätzwert  $MAF\_CYL$  ermittelt. Der Referenzwert  $LAM\_REF$  ist dabei jeweils der aktuelle Betriebspunkt optimale Wert der Luftzahl hinsichtlich einer Maximierung des tatsächlichen Drehmoments. In einem Verknüpfungspunkt V3 wird die Differenz des Sollwertes  $LAM\_SP$  und des Referenzwertes  $LAM\_REF$  der Luftzahl berechnet. In einem Block B84 wird dann ein Luftzahl-Wirkungsgrad  $EFF\_LAM$  abhängig von der im Verknüpfungspunkt V3 ermittelten Differenz berechnet.

In einem Block B85 wird ein Zylinderabschaltungs-Wirkungsgrad  $EFF\_SCC$  ermittelt. Der Zylinderabschaltungs-Wirkungsgrad berechnet sich vorzugsweise aus der Anzahl der pro Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine gefeuerten Zylinder bezogen auf die Gesamtzahl der Zylinder.

In einem Block B86 wird durch Multiplikation des korrigierten Referenzwertes  $TQI\_REF\_COR$  des Drehmoments

mit dem Zündwinkel-Wirkungsgrad EFF\_IGA, mit dem Luftzahl-Wirkungsgrad EFF\_LAM und mit dem Zylinderabschaltungs-Wirkungsgrad EFF\_SCC der Schätzwert TQI\_AV des indizierte tatsächlichen Drehmoments ermittelt, aus dem durch Addition des Verlustdrehmoments TQ\_LOSS der Schätzwert TQ\_AV des tatsächlichen Drehmoments an der Kupplung 5 berechnet wird.

In dem Verknüpfungspunkt V4 (Fig. 2) wird die Differenz des Schätzwertes TQ\_AV des tatsächlichen Drehmoments und des von dem Drehmomentsensor 25 ermittelten Meßwertes TQ\_MES des tatsächlichen Drehmoments berechnet. Abhängig von dieser Differenz wird dann in einem Block B9 der Korrekturwert COR1 oder COR2 berechnet. Vorzugsweise sind mehrere Werte des Korrekturwertes COR1, COR2 abhängig von der Luftmasse MAF\_CYL und der Drehzahl N vorgesehen. In dem Betriebszustand des Schätzwertes TQ\_AV und des Meßwertes TQ\_MES des tatsächlichen Drehmoments wird der jeweils für die aktuelle Drehzahl N und den aktuellen Schätzwert MAF\_CYL des Luftmassenstroms vorgesehene Korrekturwert adaptiert. Die Adaption erfolgt dabei vorzugsweise über eine gleitende Mittelwertbildung. In dem Betriebszustand des Schubs wird der zweite Korrekturwert COR2 adaptiert, da in diesem Betriebszustand der Referenzwert TQI\_REF des Drehmoments gleich Null ist. In den sonstigen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine wird der Korrekturwert COR1 in dem Block B9 adaptiert. Außerdem wird abhängig von der aktuellen Drehzahl N und dem aktuellen Schätzwert MAF\_CYL des Luftmassenstroms in dem Block B9 der zugeordnete Wert des Korrekturwertes COR1, COR2 ermittelt und dann dem Verknüpfungspunkt V1, dem Block B4 und dem Block B80 zugeführt. Eine besonders präzise und gleichzeitig einfache Adaption wird erreicht, wenn bei niedriger Luftmasse und niedriger Drehzahl ein additiver Korrekturwert ermittelt wird, bei mittleren bis hohen Drehzahlen und niedriger Luftmasse ein multiplikativer Korrekturwert, bei niedrigen Drehzahlen und einem mittleren bis hohem Luftmassenstrom ein multiplikativer Korrekturwert und bei mittleren bis hohen Drehzahlen und einem mittleren bis hohem Luftmassenstrom ein multiplikativer Korrekturwert.

In einem Block B10 wird geprüft, ob die Differenz des Schätzwertes TQ\_AV und des Meßwertes TQ\_MES des tatsächlichen Drehmoments größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert SW. Ist dies der Fall, so wird von einem Fehler der Berechnung des Drehmoments ausgegangen und ein erster Notlauf gesteuert, der vorteilhafterweise eine Begrenzung der Drehzahl N ist. Alternativ wird in dem Block B10 geprüft, ob das zeitliche Integral über die Differenz des Schätzwertes TQ\_AV und des Meßwertes TQ\_MES des tatsächlichen Drehmoments größer ist als der vorgegebener Schwellenwert SW.

Ein wesentlicher Vorteil des Verfahrens ist, daß Ungenauigkeiten der Kennfelder KF3 und KF4, die bedingt sind durch Fertigungsstreuungen und durch Alterung der Brennkraftmaschine, aus der Differenz des Schätzwertes TQ\_AV und des Meßwertes TQ\_MES des tatsächlichen Drehmoments abgeleitet werden.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine bei dem

ein Meßwert (TQ\_MES) eines tatsächlichen Drehmoments ermittelt wird, das an einer Abtriebswelle der Brennkraftmaschine abgegeben

wird,

– ein Schätzwert (TQ\_AV) des tatsächlichen Drehmoments abhängig von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine ermittelt wird und

– ein Korrekturwert (COR) abhängig von dem Schätzwert (TQ\_AV) und dem Meßwert (TQ\_MES) des tatsächlichen Drehmoments berechnet wird,

– ein Sollwert (TQI\_SP\_MAF) des über den Luftmassenstrom einzustellenden Drehmoments abhängig von einer Pedalstellung (PV), die von einem Pedalstellungsgeber (61) ermittelt wird, und von mindestens einer weiteren Betriebsgröße berechnet wird,

– der Sollwert des Drehmoments (TQI\_SP\_MAF) abhängig von dem Korrekturwert (COR) korrigiert wird und

– ein Stellsignal für ein Stellglied der Brennkraftmaschine abhängig von dem korrigierten Sollwert (TQI\_SP\_MAF\_COR) des Drehmoments ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schätzwert (TQ\_AV) des tatsächlichen Drehmoments abhängig von dem Korrekturwert (COR) korrigiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Notlauf (NL) der Brennkraftmaschine gesteuert wird, wenn das zeitliche Integral über die Abweichung des Schätzwertes (TQ\_AV) von dem Meßwert (TQ\_MES) des tatsächlichen Drehmoments größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert (SW).

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Notlauf (NL) der Brennkraftmaschine gesteuert wird, wenn das zeitliche Integral über die Abweichung des Schätzwertes (TQ\_AV) von dem Meßwert (TQ\_MES) des tatsächlichen Drehmoments größer ist als der vorgegebene Schwellenwert (SW).

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Notlauf (NL) eine Begrenzung der Drehzahl (N) einer Kurbelwelle (23) ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwert abhängig von der Drehzahl (N) und einem Luftmassenstrom (MAF\_CYL) in einen Zylinder (20) der Brennkraftmaschine durch Filtern der Abweichung von dem Schätzwert (TQ\_AV) und dem Meßwert (TQ\_MES) des tatsächlichen Drehmoments berechnet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schätzwert (TQ\_AV) des tatsächlichen Drehmoments abhängig von einem Zündwinkel-Wirkungsgrad (EFF\_IGA), einem Luftzahl-Wirkungsgrad (EFF\_LAM) und einem Referenzwert (TQI\_REF) des Drehmoments ermittelt wird, wobei der Referenzwert (TQI\_REF) abhängig von dem Luftmassenstrom (MAF\_CYL) in den Zylinder (20) und der Drehzahl (N).

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schätzwert (TQ\_AV) zusätzlich abhängig von einem Zylinderabschaltungs-Wirkungsgrad (EFF\_SCC) ermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftmassenstrom (MAF\_CYL) von einem Beobachter abhängig von einem gemessenen Luftmassenstrom (MAF\_MES) ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied eine Drossel-



klappe ist.

Hierzu 3. Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

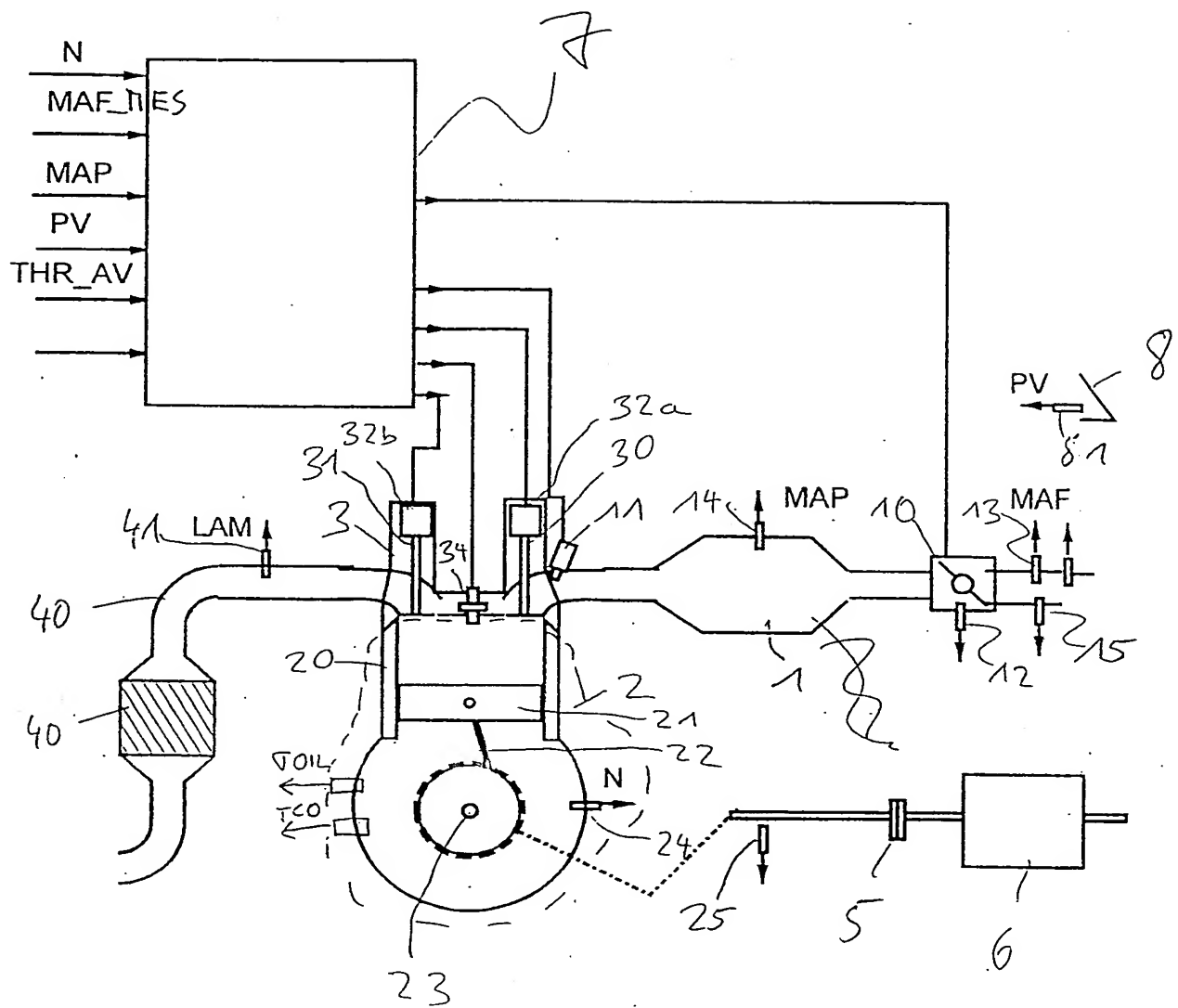
50

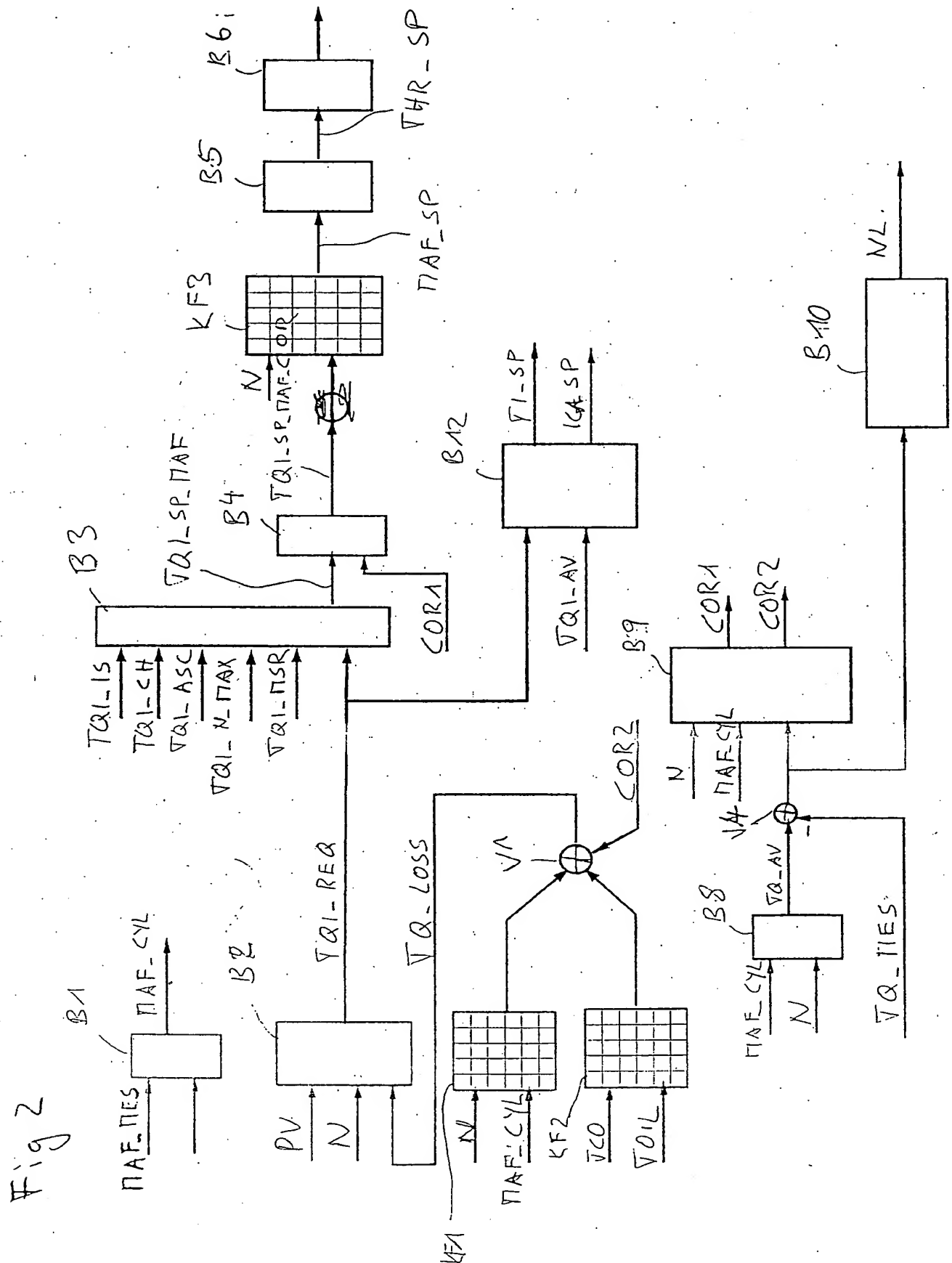
55

60

65

**Fig. 1**





3  
9  
H

